



SUOMI-FINLAND

(FI)

**Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT**

89525

**C (45) Patenttijakirja
Patent mätisat 11 10 1998**

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

D 21G 1/00, B 21B 37/00

(21) Patentihakemus - Patentansökning	882142
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	06.05.88
(24) Alkupäivä - Löpdag	06.05.88
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	10.11.88
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.06.93
(32) (33) (31) Etu oikeus - Prioritet	

09.05.87 EP 87106762 P

(71) Hakija - Sökande

1. Kleinewefers GmbH, Kleinewefersstrasse 25, 4150 Krefeld 1, BRD, (DE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

**1. Van Haag, Rolf, Klosterstrasse 14a, 4173 Kerken, BRD, (DE)
2. Schmidt, Rainer, Schorlemerstrasse 74, 4430 Steinfurt, BRD, (DE)**

(74) Asiamies - Ombud: Oy Jalo Ant-Wuorinen Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä valssauskoneen käyttämiseksi ja säätölaite tämän menetelmän suorittamiseksi
Förfarande för att driva en valsmaskin och regleringsanordning för att genomföra detta
förfarande**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

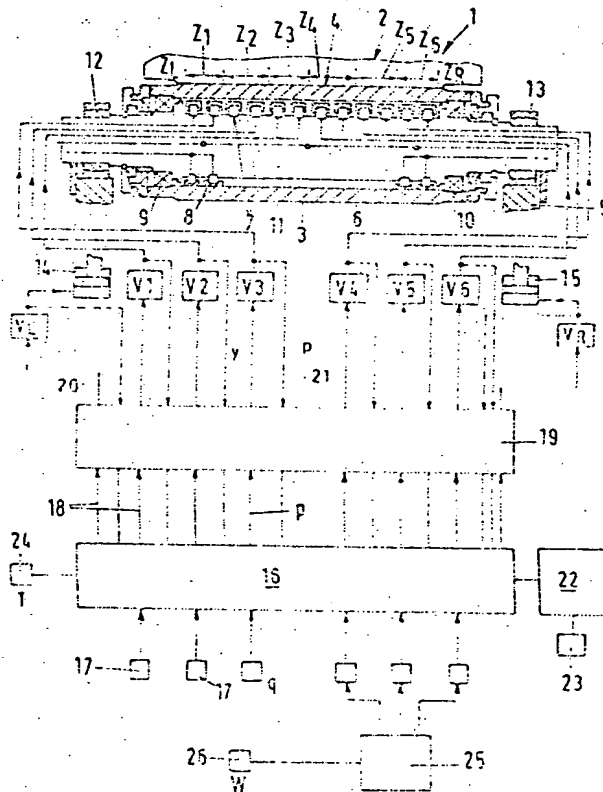
**FI B 69667, FI B 81405 (D 21G 1/02), FI C 76872 (D 21G 1/02), PL 2 § 2 mom. 3 virke,
EP A 140776 (B 21B 37/00), US A 4729153 (B 21B 13/00)**

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Taivutustasoitustelalla (3) varustetun valssauskoneen, erityisesti kalanterin tai kiillotuskoneen käyttämiseksi tarkoitettu menetelmä määrittää työpaineen kutakin vaikutuskohtaa varten, johon voidaan syöttää painetta niin, että puristusnipin kuormitusparametrillä on ennalta määrätty pitoarvo. Aluksi muodostetaan painereaktiomatriisi, jonka jäsenet ilmoittavat kuormitusparametrin muutoksen kaikilla alueilla paineen muuttuessa kulloinkin vain yhdessä vaikutuskohdassa. Tämän jälkeen lasketaan pitoarvon muuttuessa painereaktiomatriisia käyttäen askeleittain peräkkäin kulloinkin yhden alueen vaikutuskohdan osalta kuormitusparametrin oloarvon ja pitoarvon välisen erotuksen kokonaan tai osittain tasoittava paineenmuutos. Kaikkien muiden alueiden osalta lasketaan tämän paineenmuutoksen perusteella saatava muuttunut kuormitusparametrin oloarvo. Kun toleranssiarvo alittuu voidaan työpaine kunkin alueen osalta korjata kaikkien paineenmuutoksien summan avulla. Nämä iterointilaskut suoritetaan säätölaitteessa ohjelmoitavan laskulaitteen (16) avulla.

BEST AVAILABLE COPY

Ett förfarande för att driva en valsmaskin, speciellt en kalender eller ett glättverk, med en höjutjämningsvals (3), fastställer ett arbetstryck för varje verkningsområde, som kan utsättas för tryck så, att en lastparameter i pressspalten har ett förutbestämt börvärde. Först bildas en tryckreaktionsmatris, vars termer anger lastparameterförändringen i alla zoner vid en tryckförändring vid endast ett verkningsområde. Sedan beräknas vid en börvärdesförändring med användning av tryckreaktionsmatrisen stegvis efter varandra för en zons verkningsområde en tryckförändring, som helt eller delvis utjämnar differensen mellan lastparameterns nuvärde och börvärde. För alla andra zoner beräknas lastparameterns förändrade nuvärde, som fås genom denna tryckförändring. Då ett toleransvärde underskrids kan man korrigera arbetstrycket för var zon med hjälp av summan av alla tryckförändringar. Dessa iterationsberäkningar genomförs i en regleringsanordning med hjälp av en programmerbar räkneanordning (16).



Menetelmä valssauskoneen käyttämiseksi ja säätölaite tämän menetelmän suorittamiseksi.

Förfarande för att driva en valsmaskin och regleringsanordning för att genomföra detta förfarande

Tämä keksintö koskee menetelmää ainakin kahdesta telasta koostuvan, rainamateriaalin puristusnipissä käsittelemiseksi tarkoitetun valssauskoneen, erityisesti paperi-, muovi- tai tekstiilirainoja varten tarkoitetun kalanterin tai kiillotuskoneen käyttämiseksi, jossa on useita, kulloinkin puristusnipin alueeseen liittyviä vaikutuskohtia, joihin voidaan kohdistaa säädettävä paine, joihin kuuluu laakerielementtejä tai laakerielementtiryhmiä, jotka tukevat taivutustasoitustelan vaippaa, vaipan läpi ulottuvalla kiinteällä kannattimella, jossa menetelmässä kuitenkin vaikutuskohtaa varten määritetään työpaine, joka riippuu puristusnipissä vallitsevan kuormitusparametrin pitoarvoprofiilista, ja kun yhdellä alueella tapahtuu pitoarvonmuutos tapahtuu paineenmuutos myös muihin alueisiin liittyvissä vaikutuskohdissa, sekä säätölaitetta menetelmän suorittamiseksi tarkoitettua valssauskonetta varten, jonka avulla vaikutuskohtiin johtavissa tulojohdoissa oleviin paineensäätöventtiileihin voidaan syöttää ohjaussignaaleja.

Tässä yhteydessä tarkastuksen kohteena olevissa valssauskoneissa vaikutetaan rainamateriaaliin pääasiallisesti puristusnipissä vallitsevan osakuormituksen (voima/pituusyksikkö) tai puristusjännityksen (voima/pinta-yksikkö) avulla. Tästä syystä on edun mukaista määrittää pitoarvo kuormitusparametrille, joka vastaa ennalta annettuja suureita tai on riippuvainen niistä, ja käytön aikana huolehtia siitä, että tämä arvo ainakin lähes säilyy ennallaan. Tämä aiheuttaa kuitenkin ongelmia siitä syystä, että puristusnipissä käytön aikana esiintyvien voimien mittaaminen ei ole mahdollinen.

Tästä syystä tunnetaan jo eräs edellä esitetyn tyyppinen menetelmä (DE-OS 28 25 706), jossa käytetään yksinkertaistettua valssauskoneen mekaanista mallia puristusnipissä vallitsevan voimajakauman määrittämiseksi. Tätä tarkoitusta varten telat korvataan palkeilla. Kahden puristusnipin jäljittävän palkin väliin on alueittain jakautuneesti sijoitettu paineenmittauselementtejä. Kuhunkin paineenmittaus-elementtiin liittyy palkin toisella puolella laakerielementtiä jäljittävä paine-elementti. Kuhunkin alueeseen kuuluu säätölaite, johon toisaalta syötetään säädettävä pitoarvo ja toisaalta paineenmittauselementin mittaama, kyseisellä alueella vallitsevan kuormitusparametrin oloarvo. Säätölaite määrittää työpaineen kyseistä aluetta varten, joka syötetään sekä alkuperäiskoneen laakerielementtiin että myös mekaanisen mallin paine-elementtiin. Kun pitoarvoa muutetaan yhdellä alueella, vaikuttaa tämä palkin jäykkyyden vuoksi naapurialueisiin niin, että myös näillä alueilla, niihin liittyvien säätölaitteiden avulla tapahtuu työpaineen jälkisäätö.

Kalanterit, kiillotuskoneet ja muut valssauskoneet ovat huomattavan suuria. Telojen pituus on useita metrejä. On erittäin vaikeata rakentaa mekaaninen malli, joka kaikkien yksityiskohtien osalta kykenee jäljentämään alkuperäiskonetta. Tähän voidaan vielä lisätä se, että alkuperäiskoneen oleelliset tekniset arvot voivat muuttua esimerkiksi silloin, kun telat varustetaan joustavalla päällysteellä, josta syystä paino ja jäykkyys muuttuvat, tai kun ulkonevia painoja muunnellaan, esimerkiksi silloin kun ohjaustelojen järjestelyä muutetaan toisen rainaohjauksen vuoksi. Mekaaninen malli ei kykene ottamaan huomioon tätä kaikkea.

Lisäksi tunnetaan menetelmä (DE-PS 31 17 516), jossa laakerielementtiryhmää varten tarkoitettua paineensäätösignaalia ulkoisesti korjaamalla laukaistaan apukorjaussignaaleja, jotka tasoittavasti vaikuttavat vierekkäisten laake-

rielementtir ryhmien ryhmäsäätösignaaleihin. Tässä tapauksessa puristusnipissä vallitsevia olosuhteita ei oteta lainkaan huomioon. Muutos yhdellä alueella johtaa tosin - kuten edellä esitetyssä teknisen tasossa - tasoittavaan muutokseen naapurialueilla. Tätä tarkoitusta varten käytetyt apukorjaussignaalit eivät kuitenkaan anna mitään takeita siitä, että osakuormituksen muuttuessa yhdellä alueella olosuhteet säilyisivät ennallaan muilla alueilla.

Tämän keksinnön tehtävänä on saada aikaan edellä esitetyn tyyppinen menetelmä, jolla ilman mekaanista mallia on mahdollista säätää yksittäisiä vaikutuskohtia paineen avulla niin, että kuormitusparametrin pitoarvon muuttuessa yhdellä alueella voidaan tämän alueen kuormitusparametrin oloarvo sopeuttaa sen mukaan ja sen arvo säilyy käytännössä ennallaan muilla alueilla.

Tämä tehtävä ratkaistaan keksinnön mukaan siten, että muodostetaan painereaktiomatriisi, jonka jäsenet ilmaisevat kuormitusparametrin muutoksen kaikilla alueilla paineenmuutoksen vaikutuksesta kulloinkin vain yhdessä vaikutuskohdassa, että kuormitusparametrin oloarvon sopeuttamiseksi pitoarvon mukaan painereaktiomatriisiä käyttäen lasketaan askeleittain peräkkäin kulloinkin yhden alueen vaikutuskohdan osalta oloarvon ja pitoarvon erotuksen kokonaan tai osittain tasoittava paineenmuutos ja kaikkien muiden alueiden osalta tämän paineenmuutoksen perusteella syntyvä muuttunut oloarvo, kunnes erotuksista riippuva virhe-funktio alittaa toleranssirajan, ja että kunkin alueen osalta työpaine muutetaan kaikkien tämän alueen kohdalla laskettujen paineenmuutoksien summan verran.

Tässä menettelytavassa saadaan muodostamalla painereaktiomatriisi aikaan matemaattinen työkalu, joka kuvaa säädettävää valssauskonetta hyvin tarkasti. Koneessa tapahtuvat muutokset (joustavien telojen sorvaaminen; telojen vaihta-

minen; ulkonevien painojen muuttaminen jne.) voidaan hyvin yksinkertaisesti ottaa huomioon muuttamalla matriisia tai yksittäisiä matriisijäseniä.

Tällä tavalla ennalta määritetyn painereaktiomatriisin avulla suoritetaan käytössä iterointi-laskumenettely, jossa lasketaan kunkin paineenmuutoksen vaikutus kaikkiin alueisiin ja jossa yksittäisillä alueilla esiintyvät virheet poistetaan laskennallisesti paineenmuutoksien avulla kunnes toleranssiarvo on alitettu. Kaikkien paineenmuutoksien perusteella voidaan tämän jälkeen kutakin aluetta varten johtaa oikea ohjaussignaali, joka saa aikaan halutun kuormitusparametrin pitoarvoprofiiliin puristusnipissä. Tämä laskumenettely vaatii painereaktiomatriisin ansiosta suhteellisen pienen työpanoksen, josta syystä selvittää pienillä muisteilla ja laskimilla. Laskuaika on niin lyhyt, myös siinä tapauksessa, että suoritetaan 20-100 iterointivaihetta, että tämä voi tapahtua ilman käyttökeskeytystä.

Painereaktiomatriisin muodostamiseksi voidaan ennen käytön aloittamista suorittaa seuraavat vaiheet:

a) kunkin alueen osalta määritetään kuinka paljon kuormitusparametri muuttuu kun painetta yhdessä vaikutuskohdassa muutetaan tietyssä määrin, mutta pysyy ennallaan kaikissa muissa vaikutuskohdissa,

b) tämä määrittäminen toistetaan paineenmuutoksen osalta kaikissa vaikutuskohdissa,

c) muodostetaan painereaktiomatriisi, jonka jäsenet ovat kuormitusparametrimuutoksen ja paineenmuutoksen osamääriä, jolloin rivit kulloinkin liittyvät yhteen alueeseen ja sarakkeet kulloinkin liittyvät yhteen vaikutuskohtaan.

Tällä tavalla saadaan systemaattisesti kaikki alkuperäisen koneen oleelliset tiedot, mikäli niillä on merkitystä las-

kennan osalta. Rivit voivat kulkea sekä vaakasuoraan että pystysuoraan, sarakkeiden osalta asia on päinvastoin.

Painereaktiomatriisin jäsenet voidaan saada monella eri tavalla. Ne voidaan esimerkiksi määrittää koneella suoritettujen mittauksien avulla käyttämällä puristusnippiin sisäänvietävää, paineriippuvaisesti reagoivaa materiaalia. Tätä tarkoitusta varten sopii mm NCR-paperi, joka jälkeensä analysoidaan valkoisuusasteen mittauslaitteen (esimerkiksi Elrepho-yhtiön) avulla.

Eräs toinen sopiva mahdollisuus perustuu siihen, että painereaktiomatriisin jäsenet määritetään laskennallisesti käyttämällä koneen matemaattista mallia. Tällaiseen malliin kuuluvat koneen kaikki oleelliset ominaisuudet, kuten esimerkiksi telan vast. kannattimen ja telan vaipan jäykkyys, kovien ja päällystettyjen telojen kimmomoduulit, ulkonevat painot ja vastaavat.

Erityisen suositeltavaa on laskenta elementtimenetelmän mukaan, kuten sitä käytännössä sovelletaan lukuisiin tapauksiin. On kuitenkin myös olemassa muita laskentatapoja, esimerkiksi siirtomatriisimenetelmän mukaan.

On osoittautunut erityisen edulliseksi, että painereaktiomatriisin jäseniä määriteltäessä lähdetään puristusnippin koko pituudelta vakiona pysyvästä kuormitusparametrin pitoarvosta, jota muutetaan alueittain. Tämän johdosta on matriisin kaikkia jäseniä varten verrattavissa olevat olosuhteet.

Käytössä on suositeltavaa suorittaa seuraavat vaiheet kuormitusparametrin oloarvon sopeuttamiseksi pitoarvoon:

d) suurimman erotuksen alueeseen ja siihen liittyvään vaikutuskohtaan kuuluvan reaktiomatriisin jäsenen perusteella

lasketaan paineenmuutos, joka saa aikaan oloarvon ja pitoarvon erotusta vastaavan kuormitusparametrimuutoksen,

e) tämän paineenmuutoksen perusteella lasketaan samassa painereaktiomatriisin sarakkeessa olevien jäsenten avulla kuormitusparametrimuutos muilla alueilla,

f) kunkin alueen osalta muodostetaan aikaisemman kuormitusparametrin oloarvon ja sen muutoksen summan perusteella uusi oloarvo,

g) toisen alueen osalta lasketaan tähän alueeseen ja siihen liittyvään vaikutuskohtaan kuuluvan painereaktiomatriisin jäsenen perusteella paineenmuutos, joka saa aikaan uuden oloarvon ja pitoarvon välistä erotusta vastaavan kuormitusparametrimuutoksen,

h) viimeksimainitun paineenmuutoksen perusteella lasketaan painereaktiomatriisin samassa sarakkeessa olevien jäsenten avulla kuormitusparametrimuutos muilla alueilla,

i) kunkin alueen osalta muodostetaan viimeksi voimassa olevan kuormitusparametrin oloarvon ja sen muutoksen summan perusteella uusi oloarvo,

j) vaiheet g) - i) toistetaan muiden alueiden osalta kunnes erotuksen yksittäisillä alueilla huomioonottava virhefunktio laskee alle toleranssiarvon,

k) kunkin vaikutuskohdan osalta muodostetaan siellä vallitsevan työpaineen ja kaikkien siihen liittyvien paineenmuutoksien summan perusteella uusi työpaine, ja koneeseen syötetään vastaavat ohjaussignaalit.

Keksinnön eräässä edelleenkehitettyssä rakennemuodossa muodostetaan useita kaksiulotteisia painereaktiomatriiseja

koneen eri käyttöolosuhteita varten ja niitä käytetään valinnaisesti käyttöolosuhteesta riippuen laskentaa varten. Tämä ottaa huomioon sen tosiasian, että olosuhteet koneen sisällä eivät muutu lineaarisesti niin, että optimaalinen tarkkuus saavutetaan vain siinä tapauksessa, että erilaisia käyttöolosuhteita varten myös käytetään eri matriiseja laskennan yhteydessä. Matriisien valinta voi tapahtua automaattisesti tai koneenhoitaja voi tehdä sen.

Täten voidaan esimerkiksi käyttää painereaktiomatriiseja ainakin kahta kuormitusparametrin eri pitoarvoaluetta, ainakin yhden telan ainakin kahta erilaista halkaisijaa tai telojen ulkopintojen useita keskilämpötiloja varten. Erilaisia matriiseja voidaan myös käyttää eri telapainoja varten teloja vaihdettaessa, erilaisia ulkonevia painoja, eri telakovuuksia, alustalukuja tai myös rainaominaisuuksia varten.

Eräässä toisessa edelleenkehitettyssä rakennemuodossa suoritetaan lisäksi seuraavat vaiheet:

l) kunkin alueen osalta määritetään kuinka paljon kuormitusparametri muuttuu kun lämpötila tällä alueella muuttuu useamman, ennalta määrätyn asteluvun verran,

m) lämpötilasta riippuva kuormitusparametrimuutos huomioidaan kulloinkin korjauselimenä kuormitusparametrin oloarvon ja pitoarvon välisessä erotuksessa.

Tällä tavalla otetaan huomioon erilainen lämpötilan vaikutus ja siihen liittyvä telojen halkaisijamuutos. Kun lämpötila nousee yhdellä alueella, voidaan siihen liittyvään vaikutuskohtaan syötettävää painetta yleensä laskea.

Tässä yhteydessä on tarkoituksenmukaista kun lämpötila mitataan telan pituudelta ja siitä riippuen valitaan auto-

maattisesti vastaava painereaktiomatriisi vast. lämpötilasta riippuva korjausjäsen.

Kun koneessa on ainakin kaksi taivutustasoitustelaa tulisi muodostaa reaktiomatriisi, jossa on jäseniä kaikkien taivutustasoitustelosten kaikkia alueita ja vaikutuskohtia varten. Siten otetaan se tosiasia huomioon, että paineen muuttuessa telan yhdessä vaikutuskohdassa, ei vain tämän telan muutkin alueet vaan myös jokaisen toisen telan kaikki alueet kokevat kuormitusparametrimuutoksen.

Kun taivutustasoitustela on varustettu ulkopuolisilla hydraulisyylintereillä lisävaikutuskohtina, on suositeltavaa, että niille kulloinkin osoitetaan reuna-alue kuormitusparametrimuutoksen määrittämiseksi. Tällä tavalla voidaan myös näitä ulkopuolisia hydraulisyylintereitä varten tarvittava paine laskea sen sopeuttamiseksi puristusnipissä vallitsevan kuormitusparametrin haluttuun pitoarvoon.

Erityisen nopea laskenta saadaan aikaan silloin, kun paineenmuutos kulloinkin suoritetaan sen alueen vaikutuskohdan osalta, jossa vallitsee suurin erotus kuormitusparametrin oloarvon ja pitoarvon välillä. Tällä tavalla saavutetaan pienin mahdollinen, tarvittavien iterointivaiheiden lukumäärä.

Laskentavaiheet tulisi toistaa ainakin yhtä monta kertaa kuin on olemassa alueita. Yleensä viedään kuitenkin läpi ainakin kaksinkertainen määrä iterointivaiheita ennen kuin toleranssiarvo alittuu.

Monessa tapauksessa on tärkeätä, että laskentavaiheet toistetaan ainakin yhden kerran sen alueen osalta, josta laskennan yhteydessä aloitettiin. On nimittäin osoittautunut että ne paineenmuutokset, jotka vietiin läpi virheiden poistamiseksi muilla alueilla, puolestaan vaikuttavat pa-

lautuvasti ensimmäiseen alueeseen, joka voidaan tasoittaa vain korjaamalla siellä vallitsevaa painetta.

Virhefunktioita varten erityisen sopivaksi on osoittautunut kaikkien alueiden virheneliöiden summan neliöjuuri. Tämä funktio varmistaa sen, että kuormitusparametrin uuden lasketun oloarvon poikkeama kaikilla alueilla kyseisestä pitoarvosta on erityisen pieni.

Tähän mennessä esitetty menetelmä voidaan myös sisällyttää säätöpiiriin. Erityisesti pitoarvoprofiilia voidaan muuttaa rainatieto-säätöpiiristä riippuen.

Säätölaite valssauskonetta varten menetelmän suorittamiseksi, jonka avulla vaikutuskohtiin johtavissa tulojohdoissa oleviin paineensäätöventtiileihin voidaan syöttää ohjaussignaaleja, on keksinnön mukaan tunnettu laskulaitteesta, johon liittyy syöttölaitteita ja muisteja alueisiin liittyviä kuormitusparametrin pitoarvoja ja ainakin yhden painereaktiomatriisin jäseniä varten, sekä menoja ohjaussignaaleja varten, ja joka on ohjelmoitu laskentavaiheiden suorittamiseksi oloarvon sopeuttamiseksi pitoarvon mukaan. Laskulaitteeseen on vain syötettävä vastaavat tiedot, jonka jälkeen se ohjelmointinsa perusteella voi syöttää ohjaussignaaleja yksittäin vastaaviin vaikutuskohtiin.

Laskulaitteen ja paineensäätöventtiilien väliin on tarkoituksenmukaisesti kytketty ohjauslaite, joka muuntaa laskulaitteesta lähteävissä ohjaussignaaleissa tapahtuvat äkilliset muutokset pengerrfunktioiksi. Pengerrfunktio huolehtii vähitellen tapahtuvasta kuormitusparametrin oloarvomutoksesta puristusnipissä. Täten on varmistuttu siitä, että mitään ei-toivottuja värähtelyjä tai vastaavia ei esiinny.

Lisäksi on edullista, että käytetään lämpötilan mittauslaitetta, joka kykenee mittaamaan telan lämpötilan yksit-

täisillä alueilla, ja että laskulaite on varustettu tulol-
la mitattuja lämpötila-arvoja varten. Tämä mittauslaite
voi olla varustettu yksittäisellä mittauskohdalla kutakin
aluetta varten tai mittausanturilla, jota siirretään edes-
takaisin telaa pitkin.

Eräässä edelleenkehitettyssä rakennemuodossa on rainatieto-
mittauslaite suositeltava, joka kykenee mittaamaan raina-
tietojen oloarvot ainakin useasta kohdasta rainaleveyden
poikkisuunnassa, ja aluepitoarvo-syöttölaitteiden eteen
kytketty muunnin, joka rainatietojen perusteella määrittää
aluepitoarvot. Tällä tavalla voidaan laskulaite sisällyt-
tää säätöpiiriin tai ohjaukseen.

Keksintö selitetään seuraavassa lähemmin viitaten piirus-
tuksessa esitettyihin, sopiviin rakenne-esimerkkeihin,
jossa:

Kuv. 1 esittää kaaviomaisesti taivutustasoitustelaa ja
siihen liittyvää säätölaitetta,

Kuv. 2 esittää kalanteria, joka on varustettu tällaisella
taivutustasoitustelalla,

Kuv. 3 esittää kalanteria, joka on varustettu kahdella
taivutustasoitustelalla,

Kuv. 4 esittää superkalanteria, jossa on kaksitoista te-
laa, joista kaksi ovat taivutustasoitusteloja,

Kuv. 5 esittää kaksiulotteista mallia kuvion 4 superkalan-
teria varten, joka on tarkoitettu laskentaa varten element-
timenetelmän mukaan, ja

Kuv. 6 esittää kuvion 5 mallia yksittäisten vaikutuskoh-
tien ollessa paineen vaikutuksen alaisina.

Kuvioiden 1 ja 2 mukaisessa valssauskoneessa 1 ylätelä 2 ja alatelä 3 ovat yhteistoiminnassa ja muodostavat väliinsä puristusnipin 4. Ylätelä 2 on kiinteästi laakeroitu runkoon 5. Alatelä 3 on varustettu vaipalla 6, joka puristusnippiä 4 päin suunnattujen, väliinkytkettyjen primääri-laakerielementtien 7 ja vastakkaiselle puolelle sijoitettujen sekundaari-laakerielementtien 8 sekä päissä olevien rullalaakereiden 9 ja 10 kautta on tuettu vaipan läpi ulottuvalla kannattimella 11. Sekä ylätelä 2 että alatelä 3 voidaan varustaa joustavalla päällysteellä. Kannatin on vaipaista päistään pyörimättömästi kiinnitetty kalotintapaisiin laakereihin 12 ja 13, joita hydraulisyylintereiden 14 vast. 15 avulla voidaan painaa ylöspäin vaikutustasossa.

Hydraulisyylintereihin 14 ja 15 syötetään paineväliainetta paineensäätöventtiilien V_L vast. V_R kautta. Primääri-laakerielementit 7 on pareittain yhdistetty ryhmiksi, joihin syötetään paineväliainetta paineensäätöventtiilien V_L - V_6 kautta. Sekundääri-laakerielementtien 8 pareja varten voidaan myös käyttää tällaisia venttiilejä. Mainittuja hydraulisyylintereitä 14 ja 15 sekä primääri-laakerielementeistä 7 koostuvia ryhmiä kutsutaan seuraavassa "vaikutuskohdiksi", joihin voidaan kohdistaa säädettävää painetta. Kuhunkin vaikutuskohtaan liittyy puristusnipissä tietty alue, eli hydraulisyylinteriin 14 reuna-alue Z_L ja toiseen hydraulisyylinteriin 15 reuna-alue Z_R . Näiden välissä olevat alueet Z_1 - Z_6 vastaavat kulloinkin alapuolella olevaa primääri-laakerielementeistä 7 koostuvaa ryhmää. Sekundaari-laakerielementtien 8 ainoana tehtävänä on kiinnittää telan vaippa paikalleen ja niitä syötetään vakiopaineella. Vain siinä tapauksessa, että niitä käytössä syötetään muuttuvalla paineella tulisi niitä pitää "vaikutuskohtina" edellä esitetyssä mielessä ja ne liittyvät siinä tapauksessa alueisiin Z_1 ja Z_6 .

Niiden ohjaussignaalien määrittämiseksi, jotka syötetään mainittuihin paineensäätöventtiileihin, niiden luovutta-

man paineen määrittämiseksi, käytetään ohjelmoitavaa laskulaitetta 16, johon tulokohtien 17 kautta syötetään puristusnipissä 4 vallitsevaa kuormitusparametriä, erityisesti osakuormitusta tai painejännitystä vastaavia pitoarvoja q_{soll} . Laskulaite 16 antaa tietojohdon 18 kautta ohjaussignaaleja p_{soll} , jotka vastaavat yksittäisiin vaikutuskohtiin syötettävää painetta. Nämä ohjaussignaalit syötetään muistiohjelmoitavaan ohjauslaitteeseen 19, joka vertaa näitä ohjaussignaaleja paineoloarvoihin p_{ist} , jotka syötetään johtojen 20 kautta, jonka jälkeen se syöttää vastaavia vaikutussignaaleja y johtojen 21 kautta venttiileihin. Ohjauslaite 19 huolehtii lisäksi siitä, että johtojen 21 kautta syötetyt vaikutussignaalit, paine-pitoarvon p_{soll} äkillisten muutoksien yhteydessä, seuraavat pengerfunktioita, jolloin muutos siis tapahtuu vain vähitellen.

Laskulaitteeseen 16 on liitetty muisti 22, joka toisaalta vastaanottaa yksittäisten alueiden kuormitusparametrien pitoarvot ja toisaalta useita painereaktiomatriiseja, kuten myöhemmin tullaan yksityiskohtaisesti selittämään. Viimeksimainitut syötetään tulokohdan 23 kautta.

Laskulaite 16 on lisäksi yhdistetty lämpötila-anturiin 24, joka tunnetulla tavalla mittaa yhden telan, erityisesti päällystetyn telan 2 pintalämpötilan T eri kohdista sen pituudelta, kuten esimerkiksi patenttijulkaisun DE-PS 31 31 799 perusteella tunnetaan.

Kuormitusparametrin pitoarvo q_{soll} voidaan säätää käsin tulokohdissa 17, kuten kuviossa 1 vasemmalla on esitetty. Pitoarvo voidaan kuitenkin myös syöttää eteen kytketyn muuntimen 25 avulla, johon - myös patenttijulkaisusta DE-PS 31 31 799 tunnettu - mittauslaite 26 syöttää rainan leveydeltä mitattuja rainatietoja w , kuten rainan paksuus, kiilto, sileys tai vastaavia arvoja. Näihin rainatietoihin voidaan tunnetusti vaikuttaa muuttamalla osakuormitusta vastaavilla alueilla.

Vaikka edellä selitetyssä rakenne-esimerkissä käytetään vain yhtä puristusnippiä 4, esittää kuvio 3 valssauskonetta 101, jossa keskitela 102 on kiinteästi laakeroitu runkoon 105. Alatela 103 voidaan kuvioita 1 ja 2 vastaavasti painaa ylöspäin kun taas ylätelaa 127 peilikuvamaisesti painetaan keskitelaa 102 vastaan. Täten käytössä on kaksi puristusnippiä 104 ja 128.

Kuvion 4 mukaisessa rakennemuodossa on esitetty superkalanteri 201, jossa alataivutustasoitustelan 203 ja ylätaivutustasoitustelan 227 väliin on sijoitettu kuusi päällystettyä telaa 229-234 ja neljä kovaa telaa 235-238. Alatela 203 vastaa kuvion 1 telaa 3 sillä erolla, että kannatinta 11 varten tarkoitettut laakerit 12 ja 13 käytössä pysyvät kiinteästi kiinni rungossa. Tela 227 vastaa kuvion 1 ylösalaisin käännettyä telaa 3 sillä erolla, että telan vaipan 6 ja kannattimen 11 välinen kytkentä rullalaakereiden 9 ja 10 kautta jää pois, jolloin vaippa 6 kokonaisuutena siis voi liikkua säteensuunnassa kannattimen 11 suhteen.

Kaikissa aikaisemmin selitetyissä valssauskoneissa on kuoritusparametrin, kuten osakuorituksen tai painejännityksen oloarvoa puristusnipissä pyritty pitämään halutun pitoarvoprofiilin mukaisena ja suorittamaan sen seurantasäätö alueittain, kun pitoarvomuutoksia esiintyy rainatarkkailun tai -mittauksen perusteella. Koska tällaiset telajärjestelmät aluekorjauksen yhteydessä eivät välittömästi reagoi siellä, missä säätö on suoritettu, on jälkisäätö välttämätön, mikä säätää vaikutuskohtapaineet siten, että halutut vaikutukset todella tapahtuvat siellä, missä niiden halutaan tapahtuvan. Tätä tarkoitusta varten suoritetaan keksinnön mukaan kaksi toimenpidettä, eli:

a) määritetään painereaktiomatriisi kyseistä valssauskonetta varten, ja

b) lasketaan tarvittavat ohjaussignaalit tätä matriisia käyttäen.

a) Painereaktiomatriisin määrittäminen

Tällaisen painereaktiomatriisin aikaansaamiseksi, kuten kuvioiden 5 ja 6 yhteydessä tullaan selittämään, kehitetään valssauskoneen elementtimenetelmämalli. Elementtimenetelmä on numeerinen laskentamenetelmä, jonka avulla monimutkaiset ongelmat hajoitetaan pieniksi yksittäisongelmiksi (elementeiksi), jotka johtavat ratkaisuun. Laskennan halutun tarkkuuden mukaan voidaan telajärjestelmä hajoittaa kolmiulotteisiin elementteihin tai kaksiulotteisiin elementteihin. Kolmiulotteinen selitys kuvaa rakennetta tarkemmin, mutta johtaa monimutkaisempaan laskentaan. Kaksiulotteinen laskentamalli kuvion 4 superkalanteria varten on esitetty kuvioissa 5 ja 6.

Vaakasuorat viivat vastaavat ylhäältä alaspäin ylätelan 227 telan vaippaa 6, päällystettyä telaa 229, kovaa telaa 235, päällystettyä telaa 230, kovaa telaa 236, päällystettyä telaa 231, kovaa telaa 237, päällystettyä telaa 232, päällystettyä telaa 233, kovaa telaa 238, päällystettyä telaa 234 ja alatelan 203 vaippaa 6. Viimeksimainittu on rullalaakereidensa 9 ja 10 avulla tuettu osoitetuista kohdista. Vaakasuorat viivat a vastaavat siis teloja tai telan vaippoja. Pystysuorat yhteydet b ovat kontaktielementtejä, jotka jäljentävät telan päällysteiden - tai kiillotuskoneissa rainamateriaalin - joustokäyttäytymistä. Laakerielementtien 7 ja 8 sekä hydraulisylintereiden 14 ja 15 vaikutus on esitetty vastaaviin vaikutuskohtiin vaikuttavien voimien avulla. Jako yksittäisiin kenttiin on suoritettu siten, että ainakin kutakin aluetta varten on olemassa äärellinen elementti niin, että kuormituksen käyttöä varten tarkka alueittainen järjestely on mahdollinen. Kukin tela sisällytetään jäykkyytensä ja pai-

nonsa osalta laskentaan, jolloin ulkohalkaisija, sisähalkaisija, kimmomoduuli, poikkiluku ja tiheys voidaan syöttää sisään. Joustavien päällysteiden puristuskäyttäytyminen aineen ja halkaisijaparittamisen mukaan syötetään lisäksi kontaktielementtejä b varten. Laakereista, ohjausteloista, suojauskulmista jne. johtuvat ulkonevat painot vaikuttavat voimina rullalaakerikohdissa.

Kuvion 5 kaksikulotteinen malli muuttuu kuormituksen alaisena, kuten kuviossa 6 voimakkaasti suurennettun muodonmuutoksen avulla on esitetty. Voidaan todeta, että erityisesti puristuselementit b ovat pienentyneet huomattavasti. Kahden vierekkäisen päällystetyn telan 232 ja 233 kohdalla voidaan todeta huomattava kokoonpuristuminen.

Vaikutuskohtapaineet lasketaan aluksi siten, että alimmas-
sa puristusnipissä syntyy pysyvä perus-osakuormitus. Tämä voidaan suorittaa erilaisten kuormitustasojen osalta. Täten aikaansaadun ominaiskäyräkentän avulla voidaan siis säätää tasaosakuormituksia kalanterissa.

Jotta kalanterissa voitaisiin säätää alueittain tarvitaan tietoa siitä, miten telajärjestelmä reagoi kun yhdellä alueella tapahtuu muutos. Tätä tarkoitusta varten muutetaan kuormitusparametrin vakioarvosta lähtien kunkin yksittäisen vaikutuskohdan painetta tietyllä määrällä. Tietyissä viitepisteissä, erityisesti alueiden $Z_1 - Z_6$ keskellä ja alueiden Z_L ja Z_R reunalla, määritetään kuormitusparametrin muutos. Kun nämä muutokset kootaan matriiksi saadaan kalanterin nk. painereaktiomatriisi R_{ij} , kuten se on esitetty kaavaliitteessä kohdassa (1). Δp tarkoittaa paineenmuutosta, Δq kuormitusparametrin muutosta, luvut $1, 2 \dots i, j \dots n$ tarkoittavat alueiden vast. vaikutuskohtien numerointia. Rivit vastaavat kulloinkin yhtä aluetta, sarakkeet kulloinkin yhtä vaikutuskohtaa.

Kuvion 4 superkalanterissa ja kuvion 3 kompaktikalanterissa, joissa kussakin kaksi taivutustasoitustelaa toimivat toisiaan vastaan, on painereaktiomatriisissa R_{ij} kaksinkertaista aluelukumäärää vastaava rivi- ja sarakemäärä, koska kullakin paineen muutoksella yhden taivutustasoitustelan vaikutuskohdassa ei ole vaikutusta vain tämän telan muihin alueisiin, vaan myös toisen taivutustasoitustelan kaikkiin alueisiin. Kun esimerkiksi ylätaivutustasoitustelan yhdessä vaikutuskohdassa muutetaan työpaine, muuttuu myös osakuormitus alataivutustasoitustelan nipissä.

Kun myös hydraulisylintereillä on olemassa tehtävä on matriisissa $R_{ijLR}(T_m)$ lisäksi otettava huomioon reuna-alueet, kuten tämä on selvennetty kohdassa (2).

Tässä yhteydessä on jo mainittu, että eri kuormitusolosuhteita varten voidaan tehdä eri matriiseja. (2) osoittaa, että myös eri keskilämpötila-arvoja T_m varten voidaan määrittää eri matriiseja. Lisäksi on tehtävä muutoksia siinä tapauksessa, että koneessa on suoritettu toimenpiteitä, esimerkiksi teloja on sorvattu tai ulkonevia painoja on muutettu.

b) Ohjaussignaalien laskeminen

Oletetaan, että kuormitusparametrin oloarvo yksittäisillä alueilla on sama kuin ennalta määrätty pitoarvo q_{soll} , kun vallitsevat vastaavat työpaineet ovat p_{io} , p_{jo} . Tällöin tulee käsky muuttaa yhden alueen pitoarvoa Δq_i verran. Tämä pitoarvomuutos vastaa paineenmuutosta Δp_i kyseisessä vaikutuskohdassa kaavan (3) mukaan, jolloin juoksuluku $n = 1$. Alueella i säädettäessä syntyy kuitenkin poikkeamia, esimerkiksi alueella j , k jne., kuten kaava (4) osoittaa. Tällöin voidaan jokaisella alueella laskea uusi kuormitusparametrin oloarvo kaavan (5) mukaan. Sillä alueella, jolla oloarvon poikkeama pitoarvosta on suurimmillaan, tasoi-

tetaan erotus laskennallisesti toisella paineenmuutoksella. Tämä jaksottainen laskenta toistetaan niin kauan kunnes virhe F^n funktion (6) mukaan on pienempi kuin määrätty toleranssiarvo.

Paineet p_i , p_j yksittäisiä vaikutuskohtia varten, jotka syötetään ohjaussignaalina p_{sol1} koneeseen, voidaan laskea kaavojen (7) mukaan alkuperäisen työpaineen ja kaikkien iterointivaiheissa laskettujen paineemuutoksien summan perusteella. Virhefunktio F^n vastaa yksittäisten alueiden kuormitusparametrien virheneliöiden summan neliöjuurta.

Iterointi-likiarvoa voidaan käyttää myös silloin kun kalanteri aiotaan ottaa käyttöön. Tällöin asetetaan reaktiomatriisin sarakkeissa olevan kuormitusparametrin oloarvo samaksi kuin perusosakuormitus. Laskulaite 16 tarkistaa, millä alueella vallitsee suurin poikkeama pitoarvon ja oloarvon välillä. Tämä alue säädetään täysin yhdessä vaiheessa, jonka jälkeen laskentakuvion kulku on edellä esitetyn mukainen.

Monessa tapauksessa on tarkoituksenmukaista, että erotusta ei säädetä täysin vaan esimerkiksi vain 80%:sesti, jos toleranssiarvo tämän avulla voidaan alittaa nopeammin.

Kuten jo edellä on esitetty voidaan pitoarvo muuntimen 25 avulla saatujen rainatietojen w pohjalta määrittää ennakoon niin, että esitetty tapahtuma voi olla rainan ohjaama tai jopa olla sisällytetty säätöpiiriin.

Laskulaite voi myös automaattisesti valita oikean reaktiomatriisin kulloistakin laskentatapahtumaa varten. Sillä pitoarvoprofiilista voidaan määrittää se keskikuormitus, joka on lähinnä yhtä matriisia. Samalla tavalla voidaan lämpötila-anturin 24 avulla myös valita lämpötilan mukainen painereaktiomatriisi.

Telan lämpötilan muuttuessa muuttuu myös sen halkaisija ja muovipäällystettyjen telojen osalta myös telan ulkopinnan kovuus (kimmomoduuli). Tämä voi johtaa osakuormitusjakauman muutokseen. Kun koko lämpötilataso muuttuu, voidaan tämä huomioida toisen painereaktiomatriisin avulla. Jos lämpötila kuitenkin muuttuu telan pituussuunnassa, syntyy ei-toivottuja kuormitusparametrin muutoksia. Jos osakuormitus esimerkiksi yhdellä alueella on kasvanut muiden alueiden suhteen, tulee telapäällyste tällä alueella lämpenemään suurentuneen vanutustyön vuoksi, mikä aiheuttaa halkaisijan kasvun. Tämän vuoksi osakuormitus kasvaa edelleen kunnes kuormitusparametrin haluttua pitoarvoa ei lopuksi enää voida ylläpitää. Telan lämpötilan T mittaus huomioonottaen voidaan ohjauksen avulla suorittaa sellainen korjaus, että päällysteen lämpenemisestä huolimatta haluttu pitoarvo pysyy ennallaan.

Tätä tarkoitusta varten saadaan aikaan lämpötila-reaktiomatriiseja $D_{ij}(T_m)$ eri keskilämpötiloja varten, jotka kulloinkin ottavat huomioon kuormitusparametrin muutoksen Δq yhdellä alueella eri lämpötilamuutoksilla $\Delta T_1, \Delta T_2 \dots$, kuten kohdassa (8) on esitetty. Tällöin parametrimuutoksien ja lämpötilamuutoksien numerointi vastaa aluenumeroointia.

Tämä säätö tapahtuu seuraavasti: Lämpötilamittauksista lasketaan keskiarvo, joka vastaa kyseistä lämpötilatasoa. Keskitelälämpötilan avulla määritetään tämän jälkeen lämpötilapoikkeama kullakin alueella, kuten kohdassa (9) on esitetty. Näiden lämpötilaerotuksien avulla voidaan tämän jälkeen lämpötila-reaktiomatriisin $D_{ij}(T_m)$ avulla laskea parametrimuutokset puristusnipissä kaavan (10) mukaan. Kuormitusparametrin oloarvo kullakin alueella saadaan tästä syystä hetkellisen paineensäädön perusteella vaikutuskohdissa ja lämpötilajakaumasta, kuten (11) osoittaa. Tämä lämpötilasta riippuva kuormitusparametrin osa on otet-

tava huomioon kun verrataan kuormitusparametrin oloarvoa pito-arvoon, esimerkiksi kaavojen (12) tai (13) puitteissa. Tällä tavalla ennalta määritetyn pitoarvon avulla voidaan tämän jälkeen suorittaa sisäiset iterointivaiheet paineen-
säädön laskemiseksi.

Laskulaitteena voidaan esimerkiksi käyttää IBM:n laitetta tyyppiä IBM 7535 tai Digital Equipment Corp.:n laitetta tyyppiä DEC 11/53. Muistiksi 22 riittää kaupan oleva 500 kB:n muisti. Muistiohjelmoitavana ohjauslaitteena 19 voidaan esimerkiksi käyttää Siemens:n laitetta tyyppiä S 5-150 U tai AEG:n laitetta tyyppiä A 500.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä ainakin kahdesta telasta koostuvan, rainama-
teriaalin puristusnipissä käsittelemiseksi tarkoitetun
5 valssauskoneen, erityisesti paperi-, muovi- tai tekstii-
lirainoja varten tarkoitetun kalanterin tai kiillotuskon-
neen käyttämiseksi, jonka puristusnipissä (4) on useita
vyöhykkeitä (Z1-Z6, ZL, ZR), joista kukin on sijoitettu
säädetävällä paineella (p) kuormitettavan vaikutuskohdan
10 kohdalle - joiden alapuolella on yksittäisiä laakeriele-
menttejä tai samanlaisella paineella kuormitettavien laa-
kerielementtien (7,8) ryhmiä, jotka tukevat taipumakorja-
tun telan (3) vaippaa (6), vaipan sisällä läpikulkevaan
kiertymättömään kannattimeen (11), jossa menetelmässä
15 laskentatoimituksella määritetään kullekin vaikutuskoh-
dalle työpaine (p), joka on kuormitusparametrin (q) pito-
arvoprofiilista riippuvainen, tunnettu siitä, että muo-
dostetaan painereaktiomatriisi (R), jonka jäsenet ilmai-
sevat kuormitusparametrin (q) muutoksen kaikissa vyöhyk-
20 keissä (Z1-Z6, ZL, ZR) paineenmuutoksen (Δp) vaikutuksesta
kulloinkin vain yhdessä vaikutuskohdassa, että kuormitus-
parametrin oloarvon (q_{ist}) sopeuttamiseksi pitoarvoon
(q_{soll}) painereaktiomatriisia (R) käyttäen lasketaan as-
keleittäin peräkkäin kullonkin yhden vyöhykkeen (esim.
25 Z1) vaikutuskohdan osalta oloarvon ja pitoarvon välisen
erotuksen kokonaan tai osittain tasoittava paineenmuutos
(Δp) ja kaikkien muiden vyöhykkeiden (esim. Z2-Z6, ZL, ZR)
osalta tämän paineenmuutoksen perusteella syntyvä muuttu-
nut oloarvo (q_{ist}), että tämä laskenta toistetaan, jolloin
30 tasoittava paineenmuutos suoritetaan portaittain peräk-
kään kussakin muussa vaikutuskohdassa, kunnes erotuksista
riippuva virhefunktio (F^n) alittaa toleranssiarvon, ja
että kunkin vaikutuskohdan osalta työpaine (p) muutetaan
kaikkien tämän alueen kohdalla laskettujen paineenmuutok-
35 sien (Δp) summan verran.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu

siitä, että ennen käytön aloittamista suoritetaan seuraavat vaiheet:

- 5 a) kunkin alueen osalta määritetään kuinka paljon kuormitusparametri muuttuu kun painetta yhdessä vaikutuskohdassa muutetaan tietyssä määrin, mutta pysyy ennallaan kaikissa muissa vaikutuskohdissa,
- 10 b) tämä määrittäminen toistetaan paineenmuutoksen osalta kaikissa vaikutuskohdissa,
- 15 c) muodostetaan painereaktiomatriisi, jonka jäsenet ovat kuormitusparametrimuutoksen ja paineenmuutoksen osamääriä, jolloin rivit kulloinkin liittyvät yhteen alueeseen ja sarakkeet kulloinkin liittyvät yhteen vaikutuskohdtaan.
- 20 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painereaktiomatriisin jäsenet määritetään koneella suoritettujen mittauksien avulla käyttäen puristusnippiin sisäänvietävää, paineriippuvaisesti reagoivaa materiaalia.
- 25 4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painereaktiomatriisin jäsenet määritetään laskennallisesti käyttäen koneen matemaattista mallia.
- 30 5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että laskenta tapahtuu elementtimenetelmän mukaan.
- 35 6. Jonkin patenttivaatimuksista 1-5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painereaktiomatriisin jäseniä määritettäessä lähdetään puristusnipin koko pituudelta vakiona pysyvistä kuormitusparametrin pitoarvosta, jota muutetaan alueittain.

7. Jonkin patenttivaatimuksista 1-6 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kuormitusparametrin oloarvon sopeuttamiseksi pitoarvon mukaan käytössä suoritetaan seuraavat vaiheet:

5 d) suurimman erotuksen alueeseen ja siihen liittyvään vaikutuskohtaan kuuluvan reaktiomatriisin jäsenen perusteella lasketaan paineenmuutos, joka saa aikaan oloarvon ja pitoarvon erotusta vastaavan kuormitusparametrimuutoksen,

10 e) tämän paineenmuutoksen perusteella lasketaan painereaktiomatriisin samassa sarakkeessa olevien jäsenten avulla kuormitusparametrimuutos muilla alueilla,

15 f) kunkin alueen osalta muodostetaan aikaisemman kuormitusparametrin oloarvon ja sen muutoksen summan perusteella uusi oloarvo,

20 g) toisen alueen osalta lasketaan tähän alueeseen ja siihen liittyvään vaikutuskohtaan kuuluvan painereaktiomatriisin jäsenen perusteella paineenmuutos, joka saa aikaan uuden oloarvon ja pitoarvon välistä erotusta vastaavan kuormitusparametrimuutoksen,

25 h) viimeksimainitun paineenmuutoksen perusteella lasketaan painereaktiomatriisin samassa sarakkeessa olevien jäsenten avulla kuormitusparametrimuutos muilla alueilla,

30 i) kunkin alueen osalta muodostetaan viimeksi voimassa-olevan kuormitusparametrin oloarvon ja sen muutoksen summan perusteella uusi oloarvo,

35 j) vaiheet g) - i) toistetaan muiden alueiden osalta kunnes erotuksen yksittäisillä alueilla huomioonottava virhefunktio laskee toleranssiarvon alle,

k) kunkin vaikutuskohdan osalta muodostetaan siellä vallitsevan työpaineen ja kaikkien siihen liittyvien paineenmuutoksien summan perusteella uusi työpaine, ja koneeseen syötetään vastaavat ohjaussignaalit.

5

8. Jonkin patenttivaatimuksista 1-7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostetaan useita kaksiulotteisia painereaktiomatriiseja koneen eri käyttöolosuhteita varten ja niitä käytetään valinnaisesti käyttöolosuhteista riippuen laskentaa varten.

10

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään painereaktiomatriiseja ainakin kahta kuormitusparametrin eri pitoarvoaluetta varten.

15

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään painereaktiomatriiseja ainakin yhden telan ainakin kahta erilaista halkaisijaa varten.

20

11. Jonkin patenttivaatimuksista 8-10 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään painereaktiomatriiseja telojen ulkopintojen useita keskilämpötiloja varten.

25

12. Jonkin patenttivaatimuksista 1-11 mukainen menetelmä, tunnettu seuraavista vaiheista:

30

l) kunkin alueen osalta määritetään kuinka paljon kuormitusparametri muuttuu kun lämpötila tällä alueella muuttuu useamman ennalta määrätyn asteluvun verran,

35

m) lämpötilasta riippuva kuormitusparametrimuutos huomioidaan kulloinkin korjausjäsenenä kuormitusparametrin oloarvon ja pitoarvon välisessä erotuksessa.

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lämpötila mitataan telan pituudelta

ja tästä riippuen valitaan automaattisesti vastaava painereaktiomatriisi vast. lämpötilasta riippuva korjausjäsen.

- 5 14. Jonkin patenttivaatimuksista 1-13 mukainen menetelmä valssauskonetta varten, jossa on ainakin kaksi taivutus-tasoitustelaa, tunnettu siitä, että muodostetaan reaktiomatriisi, jossa on jäseniä kaikkien taivutustasoitustelosten kaikkia alueita ja vaikutuskohtia varten.
- 10 15. Jonkin patenttivaatimuksista 1-14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että taivutustasoitustelat ovat varustetut ulkopuolisilla hyrdaulisylintereillä lisävaikutuskoh-tina, ja niihin kulloinkin liittyy reuna-alue kuormitus-parametrimuutoksen määrittämiseksi.
- 15 16. Jonkin patenttivaatimuksista 1-15 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että paineenmuutos kulloinkin suoritetaan sen alueen vaikutuskohdan osalta, jossa vallitsee suurin erotus kuormitusparametrin oloarvon ja pitoarvon välillä.
- 20 17. Jonkin patenttivaatimuksista 1-15 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että laskentavaiheet toistetaan ainakin yhtä monta kertaa kuin on olemassa alueita.
- 25 18. Jonkin patenttivaatimuksista 1-17 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että laskentavaiheet toistetaan ainakin yhden kerran sen alueen osalta, josta laskennan yhteydes-sä aloitettiin.
- 30 19. Jonkin patenttivaatimuksista 1-18 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että virhefunktio muodostetaan kaikkien alueiden virheneliöiden summan neliöjuuren avulla.
- 35 20. Jonkin patenttivaatimuksista 1-19 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että pitoarvoprofiilia voidaan muuttaa rainatietosäätöpiiristä riippuen.

21. Säätolaitte ainakin kahdesta telasta koostuvaa, raina-
materiaalia puristusnipissä käsittelemiseksi tarkoitettua
valssauskonetta, erityisesti paperi-, muovi- tai tekstii-
5 lirainoja varten tarkoitettua kalanteria tai kiillotusko-
netta varten, jonka puristusnipissä (4) on useita vyöhyk-
keitä (Z1-Z6,ZL,ZR), joista kukin on sijoitettu säädettä-
vällä paineella (p) kuormitettavan vaikutuskohdan kohdal-
le - joiden alapuolella on yksittäisiä laakerielementtejä
10 tai samanlaisella paineella kuormitettavien laakeriele-
menttien (7,8) ryhmiä, jotka tukevat taipumakorjatun te-
lan (3) vaippaa (6), vaipan sisällä läpikulkevaan kierty-
mättömään kannattimeen (11), joka säätolaitte aikaansaa
ohjaussignaaleja (p_{soll}) vaikutuskohtaan johtavassa tulossa
15 oleville paineensäätöventtiileille (V1-V6,VL,VR), ja jos-
sa on laskinlaite (16) johon on liitetty tuloja (17,23)
sekä muisti (23) vyöhykkeisiin (Z1-Z6,ZL,ZR) liittyviä
kuormitusparametrien pitoarvoja (q_{soll}) sekä menoja (18)
ohjaussignaaleja (p_{soll}) varten, jonkin patenttivaatimuk-
20 sen 1-20 mukaisen menetelmän toteuttamiseksi, tunnettu
siitä, että laskimen (16) muisti (22) on yhdistetty aina-
kin yhden painematriisiin (R) jäseniin, jotka antavat
kuormitusparametrin (q) muutoksen kaikissa vyöhykkeissä
(Z1-Z6,ZL,ZR) kulloinkin vain yhdessä vaikutuskohdassa
25 tapahtuvassa paineenmuutoksessa, ja että laskinlaite (16)
on ohjelmoitu ohjaussignaalien (p_{soll}) aikaansaamiseksi
laskentavaiheiden suorittamisella, joissa suoritetaan
laskuja kuormitusparametrin oloarvon (q_{ist}) sovittamiseksi
pitoarvoon (q_{soll}) painereaktiomatriisia (R) käyttämällä,
30 yhtä vyöhykettä (esim. Z1) varten lasketaan oloarvon ja
pitoarvon välisen eron kokonaan tai osittain tasoittava
paineenmuutos (Δp) ja kaikkia muita vyöhykkeitä varten
(esimerkiksi Z2-Z6,ZL,ZR) tämän paineenmuutoksen antama
muutettu oloarvo (q_{ist}), sekä laskentavaiheiden toistami-
35 sella, jolloin tasoittava paineenmuutos suoritetaan
askeleittain peräkkäin kussakin muussa vaikutuskohdassa.

22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen säätölaite, tunnettu siitä, että laskulaitteen (16) ja paineensäätöventtiilien (V) väliin on kytketty ohjauslaite (19), joka muuntaa laskulaitteesta lähtevissä ohjaussignaaleissa (psoll) tapahtuvat äkilliset muutokset pengerrfunktioiksi.

23. Patenttivaatimuksen 21 tai 22 mukainen säätölaite, tunnettu siitä, että käytetään lämpötilan mittauslaitetta (24), joka kykenee mittaamaan telan lämpötilan yksittäisillä alueilla, ja että laskulaite (16) on varustettu tulolla mitattuja lämpötila-arvoja (T) varten.

24. Jonkin patenttivaatimuksista 21-23 mukainen säätölaite, tunnettu rainatietojen mittauslaitteesta (26), joka kykenee mittaamaan rainatietojen (w) oloarvot ainakin useasta kohdasta rainaleveyden poikkisuunnassa ja aluepitoarvosyöttölaitteiden (17) eteen kytketystä muuntimesta (25), joka rainatietojen perusteella määrittää aluepitoarvot.

Patentkrav

1. Förfarande för drift av en åtminstone två valsar innefattande valsmaskin för behandling av banmaterial i en pressspalt, särskilt en kalender eller glättverk för pappers-, plast- eller textilbanor, vid vilken pressspalten (4) har ett flertal zoner ($Z1 - Z6$, ZL , ZR) vilka var och en är samordnade med ett med inställbart tryck (p) påverkbart verkningsställe med därunder befintliga, separata lagerelement eller grupper av med lika tryck påverkade lagerelement (7, 8), som uppbär valsmanteln (6) hos en böjningsutjämnande vals (3) på en manteln (6) genomgående, vridfast bärare (11), vid vilket förfarande ett arbetstryck (p) fastställs för varje verkningsställe med hjälp av en räkneoperation, vilket arbetstryck är avhängigt börvärdesprofilen hos en lastparameter (q), kännetecknat därav, att en tryckreaktionsmatris (R) åstadkommes, vars element angår ändringen av lastparametern (q) i samtliga zoner ($Z1 - Z6$, ZL , ZR), vid en tryckförändring (Δp) vid enbart ett verkningsställe, att för anpassning av ärvärdet (q_{ist}) för lastparametern till börvärdet (q_{soll}) beräknas genom användande av tryckreaktionsmatrisen (R) för verkningsstället hos en zon (exempelvis $Z1$), en skillnad mellan ärvärde och börvärde helt eller delvis utjämnande tryckförändring (Δp) och för samtliga andra zoner (exempelvis $Z2 - Z6$, ZL , ZR) ett genom denna tryckförändring erhållet, ändrat ärvärde (q_{ist}), att denna beräkning upprepas, varvid den utjämnande tryckförändringen utföres i steg efter varandra vid varje annat verkningsställe tills en av skillnaden beroende felfunktion (F^n) underskrider ett toleransvärde, och att för varje verkningsställe ändras arbetstrycket (p) med summan av samtliga för detta verkningsställe beräknade tryckförändringar (Δp).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat därav, att före påbörjan av driften utföres följande steg:

a) för varje zon ($Z_1 - Z_6$, Z_L , Z_R) fastställs med vilket belopp lastparametern (q) ändras, när trycket (p) i ett verkningsställe ändras med ett belopp men förblir konstant i samtliga andra verkningsställen,

b) detta fastställande upprepas för en tryckförändring (Δp) i samtliga verkningsställen,

c) en tryckreaktionsmatris (R) åstadkommes, vars element utgör kvoter av lastparameterförändring (Δq) och tryckförändring (Δp), varvid raderna är samordnade med en zon och spalterna samordnade med ett verkningsställe.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, kännetecknat därav, att elementen hos tryckreaktionsmatrisen (R) fastställs genom mätningar i maskinen under användning av i beroende av trycket reagerande material som införes i pressspalten (4).

4. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, kännetecknat därav, att elementen hos tryckreaktionsmatrisen (R) fastställs genom beräkningar under användning av en matematisk modell av maskinen.

5. Förfarande enligt patentkrav 3, kännetecknat därav, att beräkningen sker medelst finita-element-metoden.

6. Förfarande, enligt något av patentkraven 1 - 5, kännetecknat därav att vid fastställandet av elementen hos tryckreaktionsmatrisen (R) utgår man från ett över pressspaltlängden konstant börvärde (q_{soll}) för lastparametern, vilket förändras zonvis.

7. Förfarande, enligt något av patentkraven 1 - 6, kännetecknat därav att för anpassning av ärvärdet (q_{ist}) för lastparametern till börvärdet (q_{soll}) utföres följande

steg under driften:

- 5 d) från reaktionsmatrisens element som tillhör zonen (exempelvis Z1) med största skillnaden och det samhörande verkningsstället beräknas en tryckändring (Δp), som åstadkommer en skillnaden mellan ärvärdet och börvärdet motsvarande lastparameterförändring (Δq),
- 10 e) från denna tryckförändring (Δp) beräknas en lastparameterförändring (Δq) i de övriga zonerna (exempelvis Z2 - Z6, ZL, ZR) med hjälp av de i samma spalter hos tryckreaktionsmatrisen (R) befintliga elementen,
- 15 f) från summan av det tidigare ärvärdet för lastparametern (y) och dess ändring (Δq) bildas ett nytt ärvärde för varje zon,
- 20 g) för en andra zon (exempelvis Z2) beräknas från det till denna zon och till det samhörande verkningsstället hörande elementet av tryckreaktionsmatrisen (R) en tryckförändring (Δp), vilken åstadkommer en skillnad mellan det nya ärvärdet och börvärdet motsvarande lastparameterförändring (Δq),
- 25 h) från den sistnämnda tryckförändringen beräknas en lastparameterförändring (Δq) i de övriga zonerna (exempelvis Z1, Z3 - Z6, ZL, ZR) med hjälp av de i samma spalter hos tryckreaktionsmatrisen (R) befintliga elementen,
- 30 i) från den summan av det sist gällande ärvärdet för lastparametern (q) och dess förändring (Δq) bildas ett nytt ärvärde för varje zon,
- 35 j) stegen g) till i) upprepas för ytterligare zoner (exempelvis Z8) tills en felfunktion, som tar hänsyn till skillnaden i de enskilda zonerna, sjunker under

ett toleransvärde,

5 k) för varje verkningsställe bildas ett nytt arbetstryck från summan av det där rådande arbetstrycket (p) och samtliga tillhörande tryckförändringar (Δp), varjämte motsvarande styrsignaler avges till maskinen.

10 8. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 7, kännetecknat därav, att flera tvådimensionella tryckreaktionsmatriser (R) bildas för olika driftstillstånd hos maskinen och utnyttjas valfritt för beräkningen i beroende av driftstillståndet.

15 9. Förfarande enligt patentkrav 8, kännetecknat därav, att tryckreaktionsmatriser (R) åstadkommes för minst två olika börvärdesområden för lastparametern.

20 10. Förfarande enligt patentkrav 8 eller 9, kännetecknat därav, att tryckreaktionsmatriser (R) åstadkommes för åtminstone två olika diametrar hos åtminstone en vals.

25 11. Förfarande enligt något av patentkraven 8 - 10, kännetecknat därav att tryckreaktionsmatriser (R) åstadkommes för flera medeltemperaturer hos valsytan.

12. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 11, kännetecknat av följande ytterligare steg:

30 1) för varje zon (Z1 - Z6, ZL, ZR) fastställs med vilka belopp lastparametern (q) ändras, när temperaturen i denna zon ändras med flera förutbestämda värden,

35 m) den temperaturberoende lastparameterförändringen (Δq) beaktas såsom korrektionselement i skillnaden mellan lastparameterns ärvärde (q_{ist}) och börvärde (q_{soll}).

13. Förfarande enligt patentkrav 11 eller 12, känneteck-

nat därav, att temperaturen mäts över längden av valsens (3) och att i beroende härav den motsvarande tryckreaktionsmatrisen (R) eller det temperaturberoende korrektionselementet (D) automatiskt väljes.

5

14. Förfarande för en valsmaskin med minst två böjningsutjämnande valsar i enlighet med något av patentkraven 1 - 13, **kännetecknat** därav, att en reaktionsmatris åstadkommes med element för samtliga zoner och verkningsställena för samtliga böjningsutjämnande valsar (103, 127; 203, 227).

10

15. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 14, **kännetecknat** därav, att den böjningsutjämnande valsens (3) har yttre hydraulcylindrar (14, 15) sasom extra verkningsställena och dessa är samordnade med en kantzon (ZL, ZR) för fastställande av lastparameterförändringen.

15

16. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 15, **kännetecknat** därav, att tryckförändringen (Δp) alltid genomföres för verkningsstället hos den zon (exempelvis Z1) vid vilken den största skillnaden föreligger mellan lastparameterns (q) ärvärde och börvärde.

20

17. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 15, **kännetecknat** därav, att beräkningsstegen upprepas åtminstone så ofta som det finns antal zoner.

25

18. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 17, **kännetecknat** därav, att beräkningsstegen upprepas åtminstone en gång för den zon (exempelvis Z1) med vilken beräkningen påbörjades.

30

19. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 18, **kännetecknat** därav, att felfunktionen erhålles genom kvadratroten ur summan av kvadraten av felen för samtliga zoner (Z1 - Z6, ZL, ZR).

35

20. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 19, kännetecknat därav, att börvärdesprofilen är varierbar i beroende av en bandatareglerkrets.

5 21. Styranordning för en åtminstone två valsar innefattande valsmaskin för behandling av banmaterial i en presspalt, särskilt en kalender eller glättverk för pappers-, plast- eller textilbanor, vid vilken presspalten (4) har ett flertal zoner (Z1 - Z6, ZL, ZR), vilka var och en är samordnade med ett med inställbart tryck (p) påverkbart verkningsställe med därunder befintliga, separata lagerelement eller grupper av med lika tryck påverkade lagerelement (7, 8), vilka uppbär valsmanteln (6) hos en böjningsutjämnande vals (3) på en manteln (6) genomgående, vridfast bärare (11), vilken styranordning alstrar styrsignaler (p_{soll}) för tryckstyrventiler (V1 - V6, VL, VR) i matarledningarna till verkningsställena och har en dator (16), med vilken är samordnade inenheter (17, 23) och ett minne (22) för de till zonerna (Z1 - Z6, ZL, ZR) hörande börvärdena (q_{soll}) av lastparametern samt utgångar (18) för styrsignalerna (p_{soll}) för genomförande av förfarandet enligt något av kraven 1 - 20, kännetecknat därav, att datorn (16) är samordnad med ett minne (22) för elementen hos minst en tryckreaktionsmatris (R), vilka anger förändringarna av lastparametern (q) i samtliga zoner (Z1 - Z6, ZL, ZR) vid en tryckförändring vid enbart ett verkningsställe, och att datorn (16) för alstrande av styrsignalerna (p_{soll}) är programmerad för genomförande av beräkningsstegen, vid vilka för anpassning av lastparameterns arvärde (q_{ist}) till börvärdet (q_{soll}) under användning av tryckreaktionsmatrisen (R) för verkningsstället hos en zon (exempelvis Z1) beräknas en skillnad mellan ärvärdet och börvärdet helt eller delvis utjämnande tryckförändring (Δp) och för alla andra zoner (exempelvis Z2 - Z6, ZL, ZR) beräknas ett genom denna tryckförändring givet, förändrat arvärde (q_{ist}), samt pro-

grammerad för upprepning av beräkningsstegen, varvid den utjämnande tryckförändringen astadkommes i steg efter varandra vid varje annat verkningsställe.

5 22. Styranordning enligt patentkrav 21, kännetecknat därav, att mellan datorn (16) och tryckstyrventiler (V) är inkopplad en styranordning (19), vilken omvandlar plötsliga förändringar av de av datorn avgivna styrsignalerna (P_{soll}) till en rampfunktion.

10

23. Styranorning enligt patentkrav 21 eller 22, kännetecknat därav att en temperaturmätanordning (24) är anordnad, vilken kan mäta valstemperaturen i de enskilda zonerna, och att datorn (16) har en ingång för temperaturmätvärdena (T).

15

24. Styranordning enligt något av patentkraven 21 - 23, kännetecknat av en bandatamätanordning (26), vilken kan mäta ärvärdet av bandata (w) åtminstone vid flera ställen tvärs över banans bredd, och av en omvandlare (25) som fastställer zonernas börvärde på basis av bandata och som är inkopplad framför inheterna (17) för zonernas börvärden.

20

KAAVALIITE

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} \frac{\Delta q_1}{\Delta p_1} & \frac{\Delta q_1}{\Delta p_2} & \frac{\Delta q_1}{\Delta p_3} & \dots & \frac{\Delta q_1}{\Delta p_n} \\ \frac{\Delta q_2}{\Delta p_1} & \frac{\Delta q_2}{\Delta p_2} & \frac{\Delta q_2}{\Delta p_3} & \dots & \frac{\Delta q_2}{\Delta p_n} \\ \dots & \dots & \dots & \frac{\Delta q_i}{\Delta p_j} & \dots & \frac{\Delta q_i}{\Delta p_n} \\ \frac{\Delta q_n}{\Delta p_1} & \frac{\Delta q_n}{\Delta p_2} & \dots & \frac{\Delta q_n}{\Delta p_j} & \dots & \frac{\Delta q_n}{\Delta p_n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$R_{ij}^{LR}(T_m) = \begin{bmatrix} \frac{\Delta q_L}{\Delta p_L} & \frac{\Delta q_L}{\Delta p_1} & \frac{\Delta q_L}{\Delta p_2} & \dots & \frac{\Delta q_L}{\Delta p_n} & \frac{\Delta q_L}{\Delta p_R} \\ \frac{\Delta q_1}{\Delta p_L} & \frac{\Delta q_1}{\Delta p_1} & \frac{\Delta q_1}{\Delta p_2} & \dots & \frac{\Delta q_1}{\Delta p_n} & \frac{\Delta q_1}{\Delta p_R} \\ \dots & \dots & \dots & \frac{\Delta q_i}{\Delta p_j} & \dots & \dots \\ \frac{\Delta q_n}{\Delta p_L} & \frac{\Delta q_n}{\Delta p_1} & \frac{\Delta q_n}{\Delta p_2} & \dots & \frac{\Delta q_n}{\Delta p_n} & \frac{\Delta q_n}{\Delta p_R} \\ \frac{\Delta q_R}{\Delta p_L} & \frac{\Delta q_R}{\Delta p_1} & \frac{\Delta q_R}{\Delta p_2} & \dots & \frac{\Delta q_R}{\Delta p_n} & \frac{\Delta q_R}{\Delta p_R} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\Delta p_i^n = \frac{1}{\left[\frac{\Delta q_i}{\Delta p_i} \right]} (q_{i_{\text{soll}}} - q_{i_{\text{ist}}}^n) \quad (3)$$

$$\Delta q_j^n = \left[\frac{\Delta q_j}{\Delta p_i} \right] \Delta p_i^n \quad (4)$$

$$\Delta q_k^n = \left[\frac{\Delta q_k}{\Delta p_i} \right] \Delta p_i^n$$

$$q_{i_{\text{ist}}}^n = q_{i_{\text{ist}}}^{n-1} + \Delta q_i^n \quad (5)$$

$$q_{j_{\text{ist}}}^n = q_{j_{\text{ist}}}^{n-1} + \Delta q_j^n$$

$$F^n = \sqrt{(q_{1_{\text{ist}}}^n - q_{1_{\text{soll}}})^2 + (q_{2_{\text{ist}}}^n - q_{2_{\text{soll}}})^2 + \dots + (q_{n_{\text{ist}}}^n - q_{n_{\text{soll}}})^2} \quad (6)$$

$$p_i = p_{i0} + \sum_{m=1}^n \Delta p_i^m \quad (7)$$

$$p_j = p_{j0} + \sum_{m=1}^n \Delta p_j^m$$

$$D_{ij}(T_m) = \begin{bmatrix} \frac{\Delta q_1}{\Delta T_1} & \frac{\Delta q_1}{\Delta T_2} & \frac{\Delta q_1}{\Delta T_3} & \cdots & \cdots & \frac{\Delta q_1}{\Delta T_n} \\ \frac{\Delta q_2}{\Delta T_1} & \frac{\Delta q_2}{\Delta T_2} & \frac{\Delta q_2}{\Delta T_3} & \cdots & \cdots & \frac{\Delta q_2}{\Delta T_n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \frac{\Delta q_i}{\Delta T_j} & \cdots & \cdots \\ \frac{\Delta q_n}{\Delta T_1} & \frac{\Delta q_n}{\Delta T_2} & \frac{\Delta q_n}{\Delta T_3} & \cdots & \cdots & \frac{\Delta q_n}{\Delta T_n} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\Delta T_i = T_i - T_m \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

$$\Delta q_{i_{ist}}(\Delta T) = D_{ij}(T_m) \cdot \Delta T_j \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (10)$$

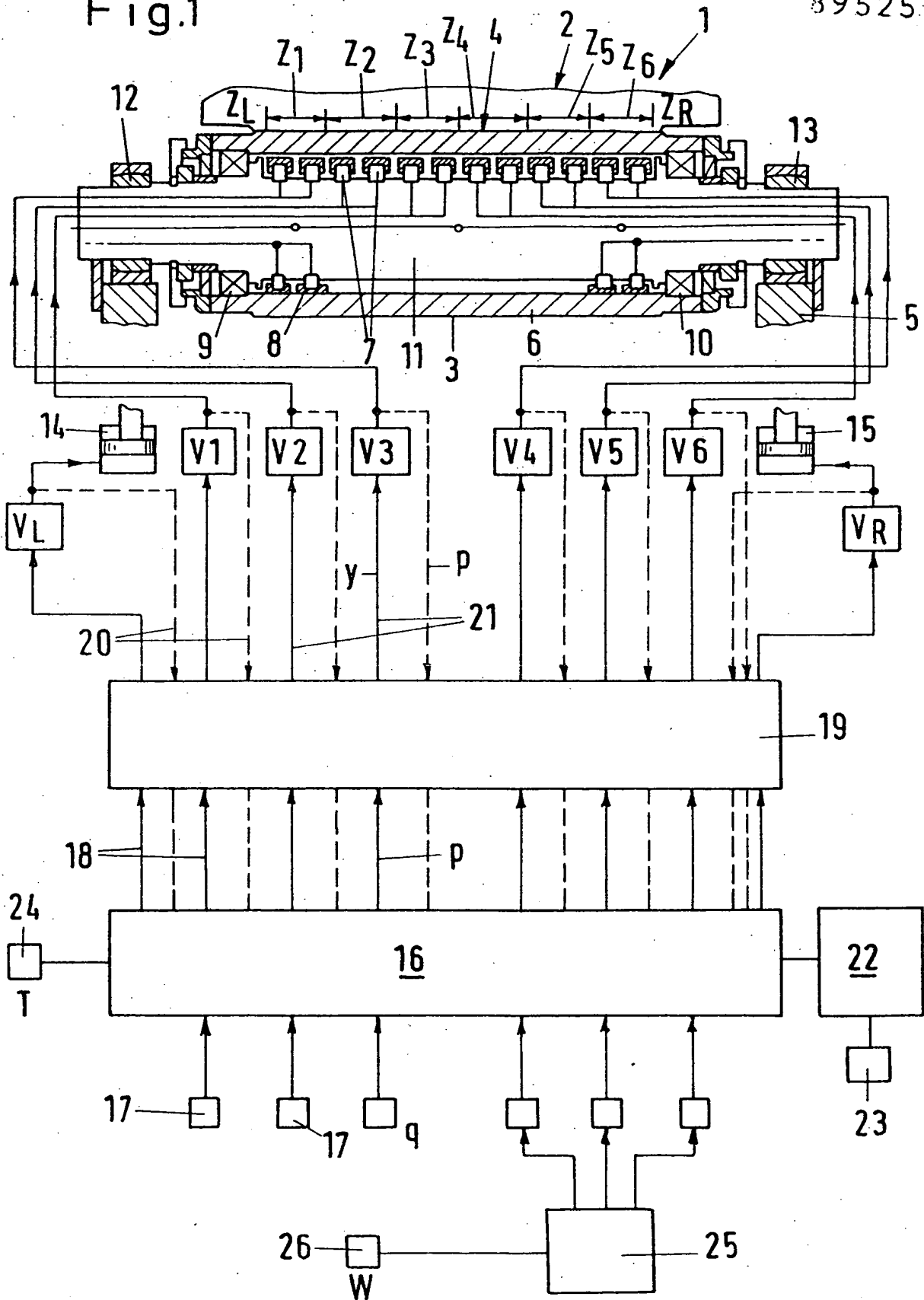
$$q_{i_{ist}} = q_{i_{ist}}(p) + \Delta q_{i_{ist}}(\Delta T) \quad (11)$$

$$\Delta q_{i_{soll}}(p) = q_{i_{ist}} - q_{i_{soll}} \quad (12)$$

$$q_{i_{soll}}(p) = q_{i_{soll}} - \Delta q_{i_{soll}}(p) \quad (13)$$

Fig.1

89525



39525

Fig.2

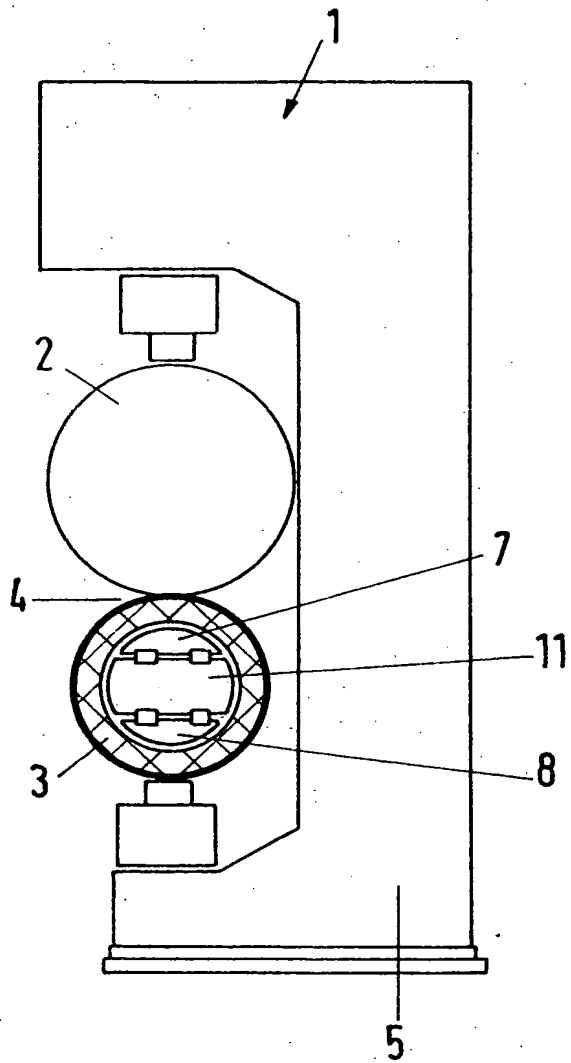


Fig.3

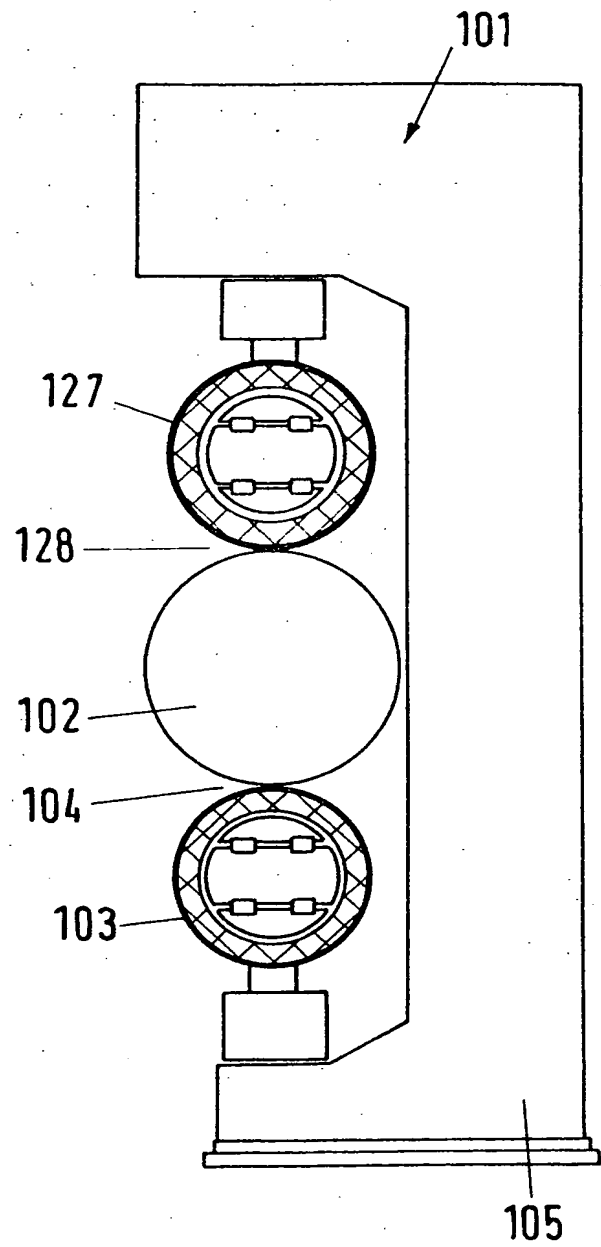


Fig.4

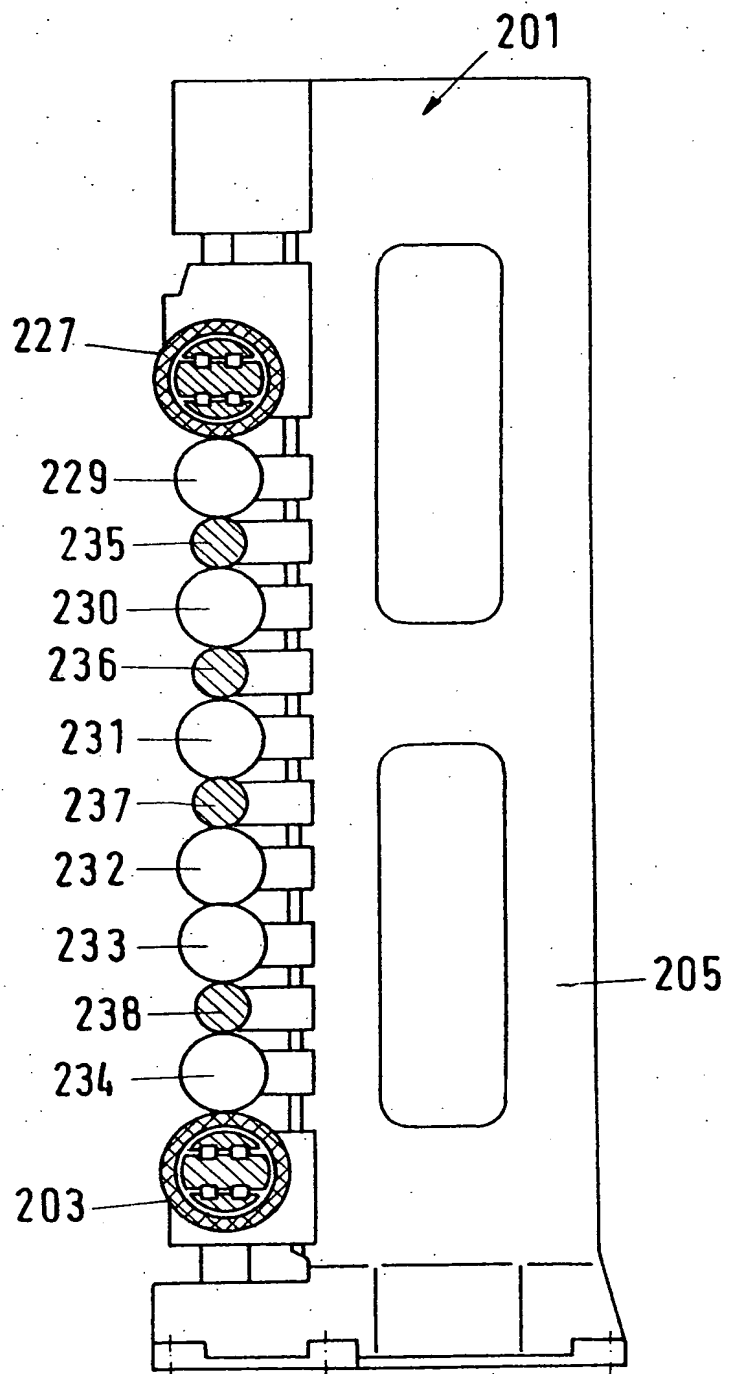


Fig.5

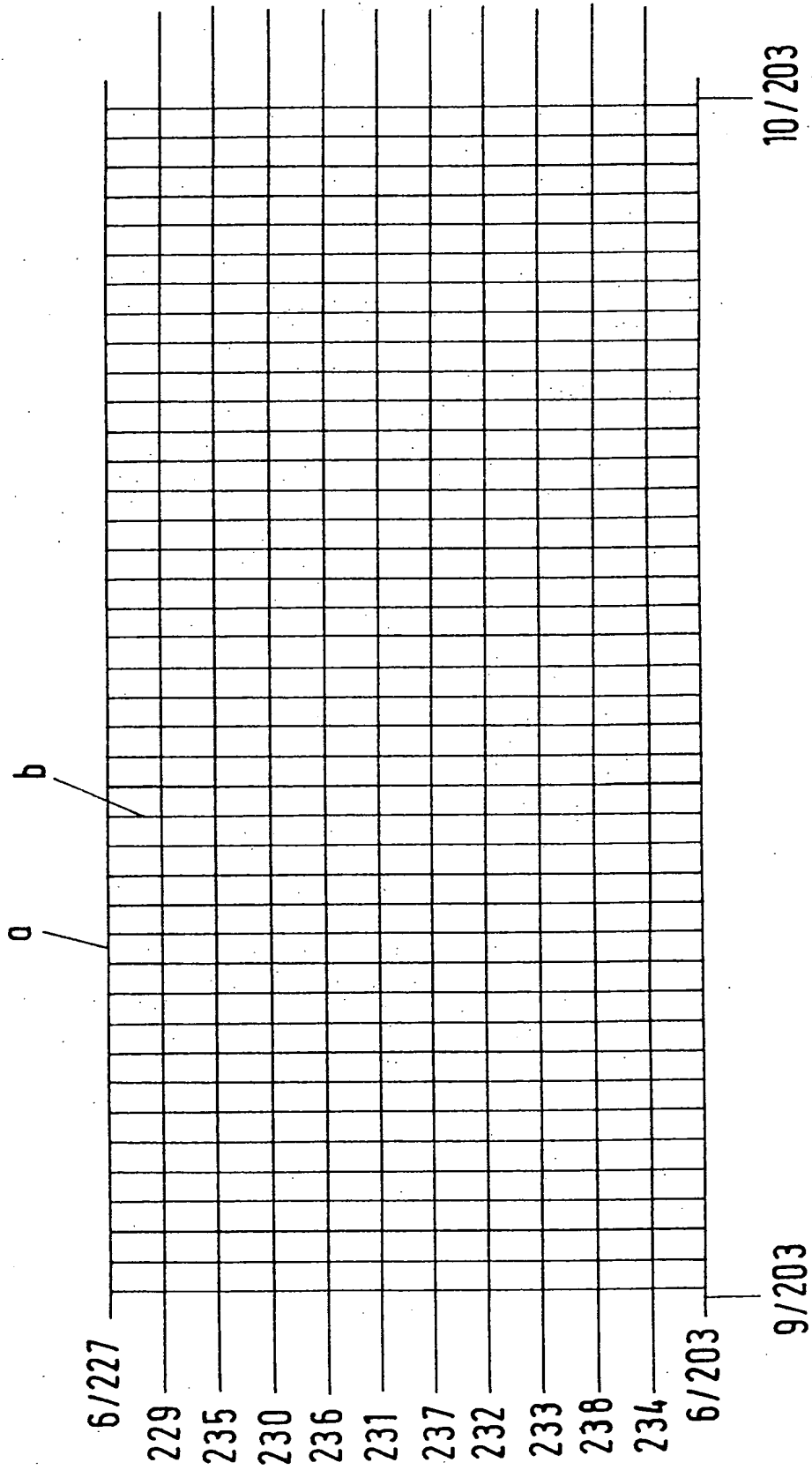


Fig. 6

